

## Μικροβιοκτόνα

Πηγή: Μετάφραση από τη σχετική ιστοσελίδα της εταιρείας LENNTECH - WATER TREATMENT SOLUTIONS. [www.lennotech.com](http://www.lennotech.com)

Σε εργαστηριακές δοκιμές προσδιορίζεται ένα μέγιστο ανεκτό όριο μικροβιακού πληθυσμού στα υδατικά συστήματα διότι σε πολλές περιπτώσεις ο αριθμός των βακτηρίων και άλλων μικροοργανισμών χρειάζεται σημαντική μείωση. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την προσθήκη μικροβιοκτόνων δηλαδή χημικών ενώσεων που είναι τοξικές για τους μικροοργανισμούς. Τα μικροβιοκτόνα τροφοδοτούμενα σε ένα υδατικό σύστημα επιτυγχάνουν ταχεία και αποτελεσματική μείωση του πληθυσμού των μικροοργανισμών. Έπειτα από αυτό οι μικροοργανισμοί δεν μπορούν να ανακάμψουν εύκολα.

Υπάρχουν διαφορετικά βιοκτόνα, μερικά από τα οποία έχουν ευρύ φάσμα αποτελεσμάτων σε πολλά διαφορετικά είδη βακτηρίων.

Μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: Οξειδωτικά και μη οξειδωτικά μικροβιοκτόνα.

### Οξειδωτικά μικροβιοκτόνα:

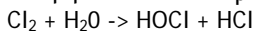
- Χλώριο
- Διοξειδίο χλωρίου
- Χλωροϊσοκυανουρικά
- Υποχλωριώδες αλάτι
- Οζον

#### Χλώριο

Το χλώριο είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο βιομηχανικό μικροβιοκτόνο σήμερα. Έχει χρησιμοποιηθεί για την απολύμανση των οικιακών αστικών υδάτων και για την απομάκρυνση των γεύσεων και των οσμών από το νερό για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η ποσότητα χλωρίου που πρέπει να προστεθεί σε ένα σύστημα νερού καθορίζεται από διάφορους παράγοντες, όπως τα όρια χλωρίωσης, τον χρόνο επαφής, το pH, τη θερμοκρασία του νερού, τον όγκο του νερού και την ποσότητα χλωρίου που χάνεται με τον αερισμό.

Όταν το αέριο χλώριο εισέρχεται σε παροχή νερού, θα υδρολυθεί για να σχηματίσει υποχλωριώδες και υδροχλωρικό οξύ. Το τελευταίο καθορίζει τη βιοκτόνο δράση.

Αυτή η διαδικασία λαμβάνει χώρα σύμφωνα με την ακόλουθη αντίδραση:



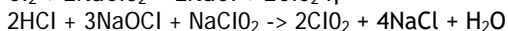
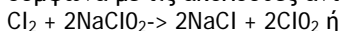
Το υδροχλωρικό οξύ είναι υπεύθυνο για τις αντιδράσεις οξειδωσης με το κυτταρόπλασμα των μικροοργανισμών, μετά τη διάχυση μέσω των κυτταρικών τοιχωμάτων. Το χλώριο διαταράσσει την παραγωγή της ATP (αδενοσίντριφωσφατάση), μια ουσιαστική ένωση για την αναπνοή των μικροοργανισμών. Τα βακτηρίδια που υπάρχουν στο νερό θα πεθάνουν ως συνέπεια των αναπνευστικών προβλημάτων που προκαλούνται από τη δραστηριότητα του χλωρίου.

Η ποσότητα χλωρίου που πρέπει να προστεθεί για τον έλεγχο της βακτηριακής ανάπτυξης καθορίζεται από το pH. Όσο υψηλότερο είναι το pH, τόσο περισσότερο χλώριο χρειάζεται για να σκοτωθούν τα ανεπιθύμητα βακτήρια σε ένα σύστημα ύδατος. Όταν οι τιμές pH κυμαίνονται από 8 έως 9, πρέπει να προστεθούν 0,4 ppm χλωρίου. Όταν οι τιμές pH κυμαίνονται από 9 έως 10, πρέπει να προστεθούν 0,8 ppm χλωρίου.

#### Διοξειδίο χλωρίου

Το διοξειδίο του χλωρίου είναι ένα ενεργό οξειδωτικό βιοκτόνο, το οποίο χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο επειδή έχει λιγότερο επιβλαβείς επιδράσεις στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία από το χλώριο. Δεν σχηματίζει υδροχλωρικό οξύ στο νερό. Υπάρχει ως διαλυμένο διοξειδίο χλωρίου, μια ένωση που είναι ένα περισσότερο δραστικό βιοκτόνο σε υψηλότερες περιοχές pH.

Το διοξειδίο του χλωρίου είναι ένα εκρηκτικό αέριο και επομένως πρέπει να παράγεται επί τόπου σύμφωνα με τις ακόλουθες αντιδράσεις:



#### Χλωροϊσοκυανουρικά

Πρόκειται για ενώσεις οργανικού χλωρίου που υδρολύονται σε υποχλωριώδες οξύ και κυανουρικό οξύ.

Το κυανουρικό οξύ μειώνει την απώλεια χλωρίου λόγω φωτοχημικών αντιδράσεων με το υπεριώδες φως, με αποτέλεσμα να παράγεται περισσότερο υδροχλωρικό οξύ και η βιοκτόνος δράση να ενισχύεται.

#### Υποχλωριώδες αλάτι

Το υποχλωριώδες αλάτι είναι άλας από υποχλωριώδες οξύ. Χρησιμοποιείται σε διάφορες μορφές.

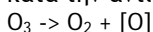
Συνήθως το υποχλωριώδες χρησιμοποιείται ως υποχλωριώδες νάτριο (NaOCl) και υποχλωριώδες ασβέστιο

(Ca(OCl)<sub>2</sub>). Αυτές οι ενώσεις μπορούν να εφαρμοστούν ως βιοκτόνα. Λειτουργούν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όπως το χλώριο, αν και είναι λίγο λιγότερο αποτελεσματικά.

### Όζον

Το όζον είναι φυσικά ασταθές. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ισχυρός οξειδωτικός παράγοντας, όταν παράγεται σε έναν αντιδραστήρα. Ως βιοκτόνο ενεργεί με τον ίδιο τρόπο όπως το χλώριο. Διαταράσσει τον σχηματισμό του ATP, έτσι ώστε η κυτταρική αναπνοή των μικροοργανισμών θα καταστεί δύσκολη. Κατά τη διάρκεια της οξείδωσης με το όζον, τα βακτήρια πεθαίνουν διότι το κυτταρόπλασμα που έχει υποστεί βλάβη.

Κατά την διαδικασία οξείδωσης το όζον διασπάται σε οξυγόνο και ατομικό οξυγόνο, το οποίο δαπανάται κατά την αντίδραση με τα κυτταρικά υγρά των βακτηρίων:



Ορισμένοι παράγοντες, καθορίζουν την ποσότητα όζοντος που απαιτείται κατά την οξείδωση, όπως το pH, η θερμοκρασία, τα οργανικά και οι διαλύτες και τα συσσωρευμένα προϊόντα αντίδρασης.

Το όζον είναι πιο φιλικό προς το περιβάλλον από το χλώριο, επειδή δεν προσθέτει χλώριο στο σύστημα ύδρευσης. Λόγω της αποσύνθεσης του σε οξυγόνο δεν θα βλάψει την υδρόβια ζωή.

Συνήθως 0,5 ppm όζοντος προστίθεται σε σύστημα νερού, είτε σε συνεχή είτε σε διακεκομμένη βάση.

### Μη οξειδωτικά μικροβιοκτόνα:

- Ακρολείνη
- Αμίνες
- Χλωριωμένα φαινόλες
- Άλατα χαλκού
- Οργανο-θειικές ενώσεις
- Άλατα τεταρτοταγούς αμμωνίου

Σε πολλές περιπτώσεις όταν τα οξειδωτικά βιοκτόνα δεν είναι αποτελεσματικά, χρησιμοποιούνται μη οξειδωτικά βιοκτόνα.

### Ακρολείνη

Η ακρολείνη είναι ένα εξαιρετικά αποτελεσματικό βιοκτόνο που έχει ένα περιβαλλοντικό πλεονέκτημα έναντι των οξειδωτικών βιοκτόνων, επειδή μπορεί εύκολα να απενεργοποιηθεί με θειώδες νάτριο πριν από την τροφοδότηση στο υδατικό ρεύμα.

Η ακρολείνη έχει την ικανότητα να προσβάλλει και να μεταλλάσσει τις πρωτεϊνικές ομάδες και τις αντιδράσεις σύνθεσης ενζύμων. Συνήθως τροφοδοτείται σε συστήματα νερού ως αέριο σε ποσότητες από 0,1 έως 0,2 ppm σε ουδέτερο έως ελαφρώς αλκαλικό νερό.

Η ακρολείνη δεν χρησιμοποιείται πολύ συχνά, καθώς είναι εξαιρετικά εύφλεκτη και επίσης τοξική.

### Αμίνες

Οι αμίνες είναι αποτελεσματικές επιφανειοδραστικές ουσίες που μπορούν να δράσουν ως βιοκτόνα λόγω της ικανότητάς τους να καταστρέφουν μικροοργανισμούς. Μπορούν να ενισχύσουν το βιοκτόνο αποτέλεσμα των χλωριωμένων φαινολικών όταν εφαρμόζονται σε νερό.

### Χλωριωμένα φαινόλες

Οι χλωριωμένες φαινολικές ενώσεις, σε αντίθεση με τα οξειδωτικά βιοκτόνα, δεν έχουν καμία επίδραση στην αναπνοή των μικροοργανισμών. Οι χλωριωμένες φαινόλες απορροφούνται πρώτα στο κυτταρικό τοίχωμα των μικροοργανισμών μέσω αλληλεπίδρασης με δεσμούς υδρογόνου. Μετά την προσρόφηση στο κυτταρικό τοίχωμα, διαχέονται μέσα στο κύτταρο όπου πηγαίνουν σε εναιώρημα και καθιζάνουν τις πρωτεΐνες. Λόγω αυτού του μηχανισμού η ανάπτυξη των μικροοργανισμών παρεμποδίζεται.

### Άλατα χαλκού

Τα άλατα χαλκού έχουν χρησιμοποιηθεί ως βιοκτόνα για μεγάλο χρονικό διάστημα, αλλά η χρήση τους ήταν περιορισμένη τα τελευταία χρόνια λόγω ανησυχιών για τη μόλυνση βαρέων μετάλλων. Εφαρμόζονται σε ποσότητες από 1 έως 2 ppm.

Όταν το νερό που υποβάλλεται σε επεξεργασία βρίσκεται σε δεξαμενές κάλυβα, δεν πρέπει να εφαρμόζονται άλατα χαλκού λόγω της ικανότητάς τους να διαβρώνουν το κάλυβα. Τα άλατα χαλκού δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε πόσιμο νερό, επειδή είναι τοξικά για τον άνθρωπο.

### Οργανο-θειικές ενώσεις

Οι οργανο-θειικές ενώσεις δρουν ως βιοκτόνα αναστέλλοντας την κυτταρική ανάπτυξη. Υπάρχει μια ποικιλία διαφορετικών οργανο-θειικών ενώσεων που λειτουργούν σε διαφορετικές περιοχές pH. Η ενέργεια μεταφέρεται σε βακτηριακά κύτταρα όταν ο σίδηρος αντιδρά από  $Fe^{3+}$  σε  $Fe^{2+}$ . Οι Οργανο-θειικές ενώσεις απομακρύνουν το  $Fe^{3+}$  ως άλας σιδήρου. Η μεταφορά ενέργειας μέσω των κυττάρων διακόπτεται και θα ακολουθήσει ο άμεσος κυτταρικός θάνατος.

### Άλατα τεταρτοταγούς αμμωνίου

Τα άλατα τεταρτοταγούς αμμωνίου είναι επιφανειοδραστικές χημικές ουσίες που αποτελούνται γενικά από ένα άτομο αζώτου, που περιβάλλεται από υποκατάστατα που περιέχουν οκτώ έως είκοσι πέντε άτομα άνθρακα στα τέσσερα σθένή του ατόμου του αζώτου.

Αυτές οι ενώσεις είναι γενικά πιο αποτελεσματικές έναντι των βακτηρίων σε αλκαλικές περιοχές pH. Είναι θετικά φορτισμένες και θα δεσμευτούν στις αρνητικά φορτισμένες θέσεις στο βακτηριακό κυτταρικό τοίχωμα. Αυτοί οι ηλεκτροστατικοί δεσμοί θα προκαλέσουν το θάνατο των βακτηρίων από τάσεις στο κυτταρικό τοίχωμα. Επίσης προκαλούν τη διακοπή της φυσιολογικής ροής των ενώσεων που διατηρούν τη ζωή μέσω του κυτταρικού τοιχώματος, μειώνοντας τη διαπερατότητά τους.

Η χρήση αλάτων τεταρτοταγούς αμμωνίου είναι περιορισμένη λόγω της αλληλεπίδρασής τους με το έλαιο όταν αυτό υπάρχει και λόγω του ότι μπορούν να προκαλέσουν αφρισμό.



### **ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ**

Αχαρνών 364 & Γλαράκι 10B, Αθήνα, 11145

Τηλ: 211 1820 163-4-5 Φαξ: 211 1820 166

e-mail: enerchem@enerchem.gr

web site: www.enerchem.gr